

"EXPRESS MAIL" MAILING LABEL

NUMBER EV 331999188 US

DATE OF 16 January 2004

I HEREBY CERTIFY THAT THIS PAPER OR FEE IS
BEING DEPOSITED WITH THE UNITED STATES
POSTAL SERVICE "EXPRESS MAIL POST OFFICE TO
ADDRESSEE" SERVICE UNDER 37 C.F.R. 1.10 ON THE
DATE INDICATED ABOVE AND IS ADDRESSED TO
MAIL STOP MISSING PARTS; COMMISSIONER
OF PATENTS; P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA 22313-1450

Elizabeth A. Dudek

(TYPED OR PRINTED NAME OF PERSON MAILING
PAPER OR FEE)

Elizabeth A. Dudek
(SIGNATURE OF PERSON MAILING PAPER OR FEE)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the application of)
)
John Perez)
) Examiner: Unknown
Title: METHOD FOR TESTING MAGNETIC) Art Unit: 2651
HARD DISK OR MAGNETIC HEAD)
)
Serial No.: 10/661,751)
)
Filed On: September 12, 2003) (Our Docket No. 4930-14)

Hartford, Connecticut, January 16, 2004

Mail Stop Missing Parts
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY
UNDER 35 USC §119 AND 37 CFR §1.55(a)

Sir or Madam:

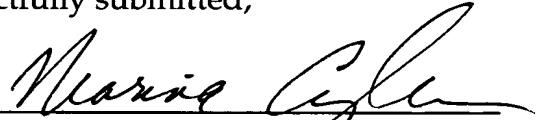
Submitted herewith is one (1) certified copy of Japanese
Application No. 2002-267980 filed on September 13, 2002, in accordance with 35
USC §119 and 37 CFR §1.55(a) to form a part of the above-identified application.

Applicants believe no fee is due for the submission of this priority

document, however, if it is determined that a fee is required, please charge our
Deposit Account No. 13-0235.

Respectfully submitted,

By

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Marina F. Cunningham", written over a horizontal line.

Marina F. Cunningham

Registration No. 38,419

Attorney for Applicants

McCormick, Paulding & Huber LLP
Cityplace II, 185 Asylum Street
Hartford, Connecticut 06103-3402
(860) 549-5290

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 9 月 1 3 日
Date of Application:

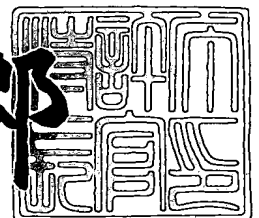
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 6 7 9 8 0
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 2 6 7 9 8 0]

出 願 人 株式会社アイメス
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



【書類名】 特許願

【整理番号】 P4911

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 5/58

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県藤沢市桐原町 3 番地 株式会社アイメス内

 【氏名】 ジョン ペレス

【特許出願人】

 【識別番号】 593191350

 【氏名又は名称】 株式会社 アイメス

【代理人】

 【識別番号】 100083286

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 三浦 邦夫

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 001971

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9503111

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ハード磁気ディスクまたは磁気ヘッドの試験方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 トラックの各セクタ毎にデータ面埋め込み位置情報がフォーマットされた、所定回転速度で定速回転するハード磁気ディスクと、
磁気ヘッドと、

該磁気ヘッドを保持し、該保持した磁気ヘッドを前記ハード磁気ディスクに対して近接浮上した状態で半径方向所定位置に移動させる磁気ヘッド移動機構と、

前記磁気ヘッド移動機構を駆動し、前記磁気ヘッドを前記位置情報に対応する半径方向の所定位置に移動させる移動制御手段とを備えた試験システムにおいて

、
前記ハード磁気ディスクの各セクタ毎に付与されたデータ面埋め込み位置情報を読み出し、

該位置情報が所定値または所定範囲内であったときに、前記セクタのデータ領域に所定の信号を書き込みまたは前記セクタのデータ領域から信号を読み出すこと、を特徴とするハード磁気ディスクまたは磁気ヘッドの試験方法。

【請求項 2】 トラックの各セクタ毎にデータ面埋め込み位置情報がフォーマットされた、所定回転速度で定速回転するハード磁気ディスクと、
磁気ヘッドと、

該磁気ヘッドを保持し、該保持した磁気ヘッドを前記ハード磁気ディスクに対して近接浮上した状態で半径方向所定位置に移動させる磁気ヘッド移動機構と、

前記磁気ヘッド移動機構を駆動して、前記磁気ヘッドを前記位置情報に対応する半径方向の所定位置に移動させる移動制御手段と、

所定の電気信号を前記磁気ヘッドにより磁気信号として前記ハード磁気ディスクに書き込ませ、前記磁気ヘッドにより前記ハード磁気ディスクから磁気信号を読み出す読み書き制御手段とを備えた試験システムにおいて、

前記磁気ヘッド移動機構により前記磁気ヘッドを前記ハード磁気ディスクの所定のトラックまで移動させて；

少なくとも該 1 トラックの各セクタ毎に前記データ面埋め込み位置情報を読み

出して、読み出した位置情報が所定値または許容範囲内であったときにそのセクタのデータ領域に所定の信号を書き込む処理を前記ハードディスクが複数回回転する間繰り返す書き込み段階と、

前記磁気ヘッドにより前記トラックの各セクタから前記データ面埋め込み位置情報を読み出して、該読み出した位置情報が所定値または許容範囲内のときに該セクタのデータ領域の信号を読み出して記憶する処理を前記磁気ディスクが複数回回転する間繰り返す第1読み出し段階と、

前記磁気ヘッドにより前記トラックの各セクタの前記データ面埋め込み位置情報を読み出しながら、該読み出した位置情報が所定値または許容範囲内のときにそのセクタのデータ領域に他の信号を書き込む処理を、前記ハード磁気ディスクが複数回回転する間繰り返す上書き段階と、

前記磁気ヘッドにより前記トラックの前記上書きした各セクタの前記データ面埋め込み位置情報を読み出しながら、該読み出した位置情報が所定値または許容範囲内のときに、そのセクタのデータ領域の信号を読み出す第2読み出し段階と、を含むことを特徴とするハード磁気ディスクまたは磁気ヘッドの試験方法。

【請求項3】 トラックの各セクタ毎にデータ面埋め込み位置情報がフォーマットされた、所定回転速度で定速回転するハード磁気ディスクと、
磁気ヘッドと、

該磁気ヘッドを保持し、該保持した磁気ヘッドを前記ハード磁気ディスクに対して近接浮上した状態で半径方向所定位置に移動させる磁気ヘッド移動機構と、

前記磁気ヘッド移動機構を駆動し、前記磁気ヘッドを前記位置情報に対応する半径方向の所定位置に移動させる移動制御手段と、

所定の電気信号を前記磁気ヘッドにより磁気信号として前記ハード磁気ディスクに書き込ませ、前記磁気ヘッドにより前記ハード磁気ディスクから磁気信号を読み出す読み書き制御手段と、

前記磁気ヘッドが読み出した磁気信号から抽出した、前記各セクタ毎に付与されたデータ面埋め込み位置情報を含む各セクタの信号を記憶する記憶手段とを備えた試験システムにおいて、

前記磁気ヘッド移動機構により前記磁気ヘッドを前記ハード磁気ディスクの所

定のトラックまで移動させて;

少なくとも該1トラックの各セクタ毎に前記データ面埋め込み位置情報を読み出して読み出した位置情報およびそのセクタ情報を記憶するとともにそのセクタのデータ領域に所定の信号を書き込む書き込み段階と、

前記磁気ヘッドにより前記トラックの各セクタから前記データ面埋め込み位置情報およびセクタ情報を読み出して、該読み出した位置情報と、そのセクタ情報に対応する前記記憶した位置情報とが一致またはその差が許容範囲内のときに該セクタのデータ領域の信号を読み出して記憶する処理を前記磁気ディスクが複数回回転する間繰り返す第1読み出し段階と、

前記磁気ヘッドにより前記トラックの各セクタの前記データ面埋め込み位置情報およびセクタ情報を読み出しながら、該読み出した位置情報と、そのセクタ情報に対応する前記記憶した位置情報とが一致またはその差が許容範囲内のときにそのセクタのデータ領域に他の信号を書き込む処理を、前記ハード磁気ディスクが複数回回転する間繰り返す上書き段階と、

前記磁気ヘッドにより前記トラックの前記上書きした各セクタの前記データ面埋め込み位置情報およびセクタ情報を読み出しながら、該読み出した位置情報と、そのセクタ情報に対応する前記記憶した位置情報とが一致またはその差が許容範囲内のときに、そのセクタのデータ領域の信号を読み出す第2読み出し段階と、を含むことを特徴とするハード磁気ディスクまたは磁気ヘッドの試験方法。

【請求項4】 前記書き込み段階では低周波数で前記所定の信号を書き込み、前記上書き段階では高周波数で前記他の信号を上書きする請求項2または3記載のハード磁気ディスクまたは磁気ヘッドの試験方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の技術分野】

本発明は、ハード磁気ディスクドライブ、ハード磁気ディスク記憶装置（以下「HDD」という）の主要機能部品であるハード磁気ディスクまたは磁気ヘッドの試験方法に関する。

【0002】

【従来技術およびその問題点】

HDDは、高速回転させたハード磁気ディスク媒体（プラッター）に近接浮上する磁気ヘッドによりデジタル情報をハード磁気ディスク媒体に読み書きする大容量ランダムアクセス記憶装置である。近年、情報化社会の発展に伴う需要、技術開発競争の結果、形状寸法はより小さく、また、同一の形状および寸法における記憶容量は飛躍的に増大している。同一の形状寸法での記憶容量の増大は、ハード磁気ディスク媒体の磁気記録密度の向上によって実現される。

【0003】

磁気記録密度（面密度：単位；GbpSI (bit per square inch)）は、線密度（円周方向密度：単位；bpi (bit per inch)）とトラック密度（半径方向密度：単位；TPI (Track per inch)）の積である。現在の代表的なHDDにおける磁気記録密度は、線密度が500Kbpi、トラック密度が20KTPI程度なので、10GbpSI（ $=500\text{Kbpi} \times 20\text{KTPI}$ ）程度である。しかし、当面の目標は100GbpSIとされており、また近い将来、1000GbpSI程度まで高められると予測されているが、現在のいわゆる水平磁気記録技術では、線密度が自己減磁などの原因で限界に近づきつつある。そこで、当面トラック密度の向上が期待されている。例えば、20KTPIのトラック密度を線密度並に500KTPIまで高めることができれば、面記録密度は一気に25倍の250GbpSI程度にまで高まる。

【0004】

一方、このように磁気記録密度の向上著しいHDDを試験するための磁気ヘッドテスターは、被測定ヘッドをHDD内での使用状態に出来るだけ近づけるための、ハード磁気ディスク、このハード磁気ディスクを回転させるエアスピンドルモーター、磁気ヘッドを保持して所定のトラックまで移動させるシーク機構などを持つスピンドルと呼ばれる機械装置と、信号波形を発生、記録、試験するためのアナライザを備えている。

【0005】

しかしながら、現在実用化されている磁気ヘッドテスターの技術水準は、HDD製品、部品の高性能化に十分対応できているとはいえない。対応できない主たる原因の一つは、読み書き信号周波数の向上が困難なこと、もう一つは極小トラ

ック幅ヘッド測定技術に必要な半径方向のトラック位置決め精度の向上が困難なことにある。

【0006】

製品としてのHDDが極小トラック幅ヘッド測定技術に必要な（半径方向の）トラック位置決め精度を得るために埋め込みサーボ技術（セクターサーボ技術）を用いているのに対して、磁気ヘッドテスターのスピンスタンドでは、従来よりセクターサーボ技術は使用しないで、代わりにスピンスタンドの各部の要素機械精度を向上させ、また機械振動を抑えて同等以上の位置決め精度を出そうとして来た。しかし、年々高まるトラック密度に要求される必要位置決め精度の向上に対して能力の限界に近づいている。

【0007】

トラック密度とトラックピッチ、ヘッドトラック幅、要求再現精度の関係を下記表に示す。

トラック密度	50KTPI	200KTPI	500KTPI
トラックピッチ	500nm	125nm	50nm
ヘッドトラック幅	300nm	75nm	30nm
要求再現精度	30nm	7.5nm	3nm

【0008】

ここで、磁気ヘッドの位置ずれの主な発生原因は、

- (1-1) スピンドルモーターの非繰返し芯ずれ（NRRO）、
- (1-2) 振動などによる磁気ヘッド保持機構および磁気ヘッドの位置ずれ、
- (1-3) 高速回転するハード磁気ディスク面上の空気流の乱れによるハード磁気ディスクおよび磁気ヘッドの振動、の3種類である。

【0009】

そこで従来の磁気ヘッドテスターは、除振台、エアベアリングスピンドルモーター、 piezoアクチュエータ、および空気流整流板などの組み合わせにより位置決め精度を向上させるという方法をとってきた。このような従来方法では、要求精度が高まるにしたがって、コストおよびスペースがともに大きくなる上に、その精度向上も限界に達してきた。この従来方法のみではトラック記録密度50KTPI

程度が測定限界とされ、またトラック記録密度がその限界に近づくにつれて測定精度は悪化するという問題があった。

【0010】

また、未だヘッドテスター製品としての実用化例は無いが、HDD製品自体に使われているセクターサーボ技術による追従制御技術の利用がある。セクターサーボ技術は、あらかじめハード磁気ディスクに指定方式で高精度のトラック位置情報を書き込んでおき、それを被測定磁気ヘッドで時々刻々読み出して位置ずれ補正をするという方法（追従制御）により高精度の位置決め性能を得ようとするものである。そのためには、

(2-1) 高精度なトラック位置情報書き込み機能（サーボトラックライト機能）

(2-2) 高速追従のための高剛性のアクチュエータ技術、
が必要である。

【0011】

これらの条件を満足させるためには、スピンスタンドに高精度のサーボトラックライト機能を持たせなければならない。スピンスタンドには高精度のエアベアリングスピンドルモーターを使用できるが、被測定磁気ヘッドの着脱機構が必要なのでアーム先端部が重くなり、追従速度を高めるのは困難になる。これらの制約があるため、このセクターサーボ技術による追従制御技術で到達できる限界は200KTPI程度である。

【0012】

本件出願人は、これらの問題を解決し、極小トラック幅ヘッド対応の限界性能を飛躍的に向上させることができる磁気ヘッドまたはハード磁気ディスクの試験装置および試験方法を特許公開2002-093088号で提案した。

【0013】

【発明の目的】

本発明は、機械的な精度を上げなくても精度が上がる、ハード磁気ディスクまたは磁気ヘッドの試験が可能な試験方法を提供することを目的とする。

【0014】

【発明の概要】

この目的を達成する本発明は、ハード磁気ディスクまたは磁気ヘッドの試験においては、製品としてのHDDのような高速読み書き、高速シークが要求されないことに鑑みてなされたもので、本発明のハード磁気ディスクまたは磁気ヘッド試験方法は、トラックの各セクタ毎にデータ面埋め込み位置情報がフォーマットされた、所定回転速度で定速回転するハード磁気ディスクと、磁気ヘッドを保持し、該保持した磁気ヘッドを前記ハード磁気ディスクに対して近接浮上した状態で半径方向所定位置に移動させる磁気ヘッド移動機構と、前記磁気ヘッド移動機構を駆動し、前記磁気ヘッドを前記位置情報に対応する半径方向の所定位置に移動させる移動制御手段と、を備えた試験システムにおいて、前記ハード磁気ディスクの各セクタ毎に付与されたデータ面埋め込み位置情報を読み出し、該位置情報が所定値または所定範囲内であったときに、前記セクタのデータ領域に所定の信号を書き込みまたは前記セクタのデータ領域から信号を読み出すこと、に特徴を有する。

この試験方法によれば、磁気ヘッドが所定の位置または所定の許容範囲内にあるときにのみ読み書き処理が実行されるので、磁気ヘッドの位置決め精度、追従精度を超えた精度の高い位置に読み書きができる。

【0015】

本発明のハード磁気ディスクまたは磁気ヘッド試験方法は、トラックの各セクタ毎にデータ面埋め込み位置情報がフォーマットされた、所定回転速度で定速回転するハード磁気ディスクと、磁気ヘッドを保持し、該保持した磁気ヘッドを前記ハード磁気ディスクに対して近接浮上した状態で半径方向所定位置に移動させる磁気ヘッド移動機構と、前記磁気ヘッド移動機構を駆動して前記磁気ヘッドを前記位置情報に対応する半径方向の所定位置に移動させる移動制御手段と、所定の電気信号を前記磁気ヘッドにより磁気信号として前記ハード磁気ディスクに書き込ませ、前記磁気ヘッドにより前記ハード磁気ディスクから磁気信号を読み出す読み書き制御手段とを備えた試験システムにおいて、前記磁気ヘッド移動機構により前記磁気ヘッドを前記ハード磁気ディスクの所定のトラックまで移動させて；少なくとも該1トラックの各セクタ毎に前記データ面埋め込み位置情報を読

み出して、読み出した位置情報が所定値または許容範囲内であったときにそのセクタのデータ領域に所定の信号を書き込む処理を前記ハードディスクが複数回回転する間繰り返す書き込み段階と、前記磁気ヘッドにより前記トラックの各セクタから前記データ面埋め込み位置情報を読み出して、該読み出した位置情報が所定値または許容範囲内のときに該セクタのデータ領域の信号を読み出して記憶する処理を前記磁気ディスクが複数回回転する間繰り返す第1読み出し段階と、前記磁気ヘッドにより前記トラックの各セクタの前記データ面埋め込み位置情報を読み出しながら、該読み出した位置情報が所定値または許容範囲内のときにそのセクタのデータ領域に他の信号を書き込む処理を、前記ハード磁気ディスクが複数回回転する間繰り返す上書き段階と、前記磁気ヘッドにより前記トラックの前記上書きした各セクタの前記データ面埋め込み位置情報を読み出しながら、該読み出した位置情報が所定値または許容範囲内のときに、そのセクタのデータ領域の信号を読み出す第2読み出し段階とを含むことに特徴を有する。

さらに本発明のハード磁気ディスクまたは磁気ヘッドの試験方法は、所定回転速度で定速回転するハード磁気ディスクと、磁気ヘッドを保持し、該保持した磁気ヘッドを前記ハード磁気ディスクに対して近接浮上した状態で半径方向所定位置に移動させる磁気ヘッド移動機構と、前記磁気ヘッド移動機構を駆動し、前記磁気ヘッドを前記位置情報に対応する半径方向の所定位置に移動させる移動制御手段と、所定の電気信号を前記磁気ヘッドにより磁気信号として前記ハード磁気ディスクに書き込ませ、前記磁気ヘッドにより前記ハード磁気ディスクから磁気信号を読み出す読み書き制御手段と、前記磁気ヘッドが読み出した磁気信号から抽出した、前記ハード磁気ディスクに予めフォーマットされたトラックの各セクタ毎に付与されたデータ面埋め込み位置情報を含む各セクタの信号を記憶する記憶手段とを備えた試験システムにおいて、前記磁気ヘッド移動機構により前記磁気ヘッドを前記ハード磁気ディスクの所定のトラックまで移動させて；少なくとも該1トラックの各セクタ毎に前記データ面埋め込み位置情報を読み出して読み出した位置情報およびそのセクタ情報を記憶するとともにそのセクタのデータ領域に所定の信号を書き込む書き込み段階と、前記磁気ヘッドにより前記トラックの各セクタから前記データ面埋め込み位置情報およびセクタ情報を読み出して、

該読み出した位置情報と、そのセクタ情報に対応する前記記憶した位置情報とが一致またはその差が許容範囲内のときに該セクタのデータ領域の信号を読み出して記憶する処理を前記磁気ディスクが複数回回転する間繰り返す第1読み出し段階と、前記磁気ヘッドにより前記トラックの各セクタの前記データ面埋め込み位置情報およびセクタ情報を読み出しながら、該読み出した位置情報と、そのセクタ情報に対応する前記記憶した位置情報とが一致またはその差が許容範囲内のときにそのセクタのデータ領域に他の信号を書き込む処理を、前記ハード磁気ディスクが複数回回転する間繰り返す上書き段階と、前記磁気ヘッドにより前記トラックの前記上書きした各セクタの前記データ面埋め込み位置情報およびセクタ情報を読み出しながら、該読み出した位置情報と、そのセクタ情報に対応する前記記憶した位置情報とが一致またはその差が許容範囲内のときに、そのセクタのデータ領域の信号を読み出す第2読み出し段階とを含むことに特徴を有する。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下図面に基づいて本発明を説明する。まず、本発明が適用されるHDDのハード磁気ディスクのデータ面のフォーマット構造について、図4、図5を参照して説明する。

【0017】

HDDでは、磁気ヘッドの位置決めを行なう方法として次のような方法を採用している。HDD製造工程でハード磁気ディスク、磁気ヘッド等の組み込み終了後、通電が可能になり、各部の基本機能が確認された後に、サーボトラックライターと呼ばれる装置を用いて、各ハード磁気ディスク（通常は複数枚）のデータ面のすべてのトラックに、データ埋め込み位置情報である位置情報（以下サーボ情報）を書きこむサーボトラックライティングを行う。1本のトラックは数100個のサーボセクタと呼ばれる部分領域で区切られ、1個のサーボセクタは、先頭をサーボ領域として使用し、残りをデータ領域として実際のデータ記録／再生に用いている。このような領域の分けを、全体としてトラックフォーマットあるいはセクタフォーマットという。典型的なトラックフォーマットを図4（A）、（B）に示した。

【0018】

図4（A）は、ハード磁気ディスク上に書かれた円形のトラック、該トラックを等分する円弧状のセクタフォーマットを、水平方向の直線トラックに変形して模式的に表現したものである。磁気ヘッドがトラックN上に位置決めされているときは、トラックN上の信号を左から右へと読み出す。1個のサーボセクタの詳細な領域分割を図4（B）に示してある。各サーボセクタはサーボ領域とデータ領域から成る。サーボ領域はさらに以下の小領域より成る。

【0019】

WR：（Write Recovery Field）・・・データ書き込み時に、書き込みモードからサーボ領域読み出しまでの準備時間を与える領域

SSM：（Servo Start Mark）・・・サーボ領域の始まりを示すマーカー領域

SID：（Servo Identification Field）・・・トラック番号またはシリンダー番号が記録されている領域

SB：（Servo Burst Field）・・・アナログ位置信号（データ埋め込み面位置情報）が記録されている領域

SECID：（Sector Identification Field）・・・セクタ番号が記録されている領域

DATA：（Data Field）・・・ユーザーデータが記録される領域（セクタのデータ領域）

【0020】

トラック／シリンダー番号領域SIDは、磁気ヘッドがディスク半径方向（ラジアル方向、図4（A）においては上下方向）に移動している途中でも正しく読めるように、グレイコードという数値表現法で書かれている。また、アナログ位置信号領域SBにはいくつかの方式があるが、現在の主流はアナログ位置信号領域SB内を4つの時間領域に分け、ラジアル方向に位相差を持たせて書き込み、4つの振幅情報から、2相アナログ位置情報を得るという方式である。これは光学的位置エンコーダーと同様の2相信号を生成する。2相信号の振幅を測定することにより、基準トラック位置に対する半径方向の位置差を求めることができる。

本実施形態では、磁気ヘッドの位置情報、つまりハード磁気ディスクのトラック、半径方向の絶対位置情報およびセクタを、トラック／シリンダー番号領域 S I D と、アナログ位置信号領域 S B と、セクタ番号領域 S E C I D から磁気ヘッドにより読み出したデータを合成して得ている。なお、トレースするトラックが同一の場合は、アナログ位置信号領域 S B およびセクタ情報のみにより、トラックに対する相対位置情報および半径方向の絶対位置を、位置情報として得ることができる。

【0021】

回転するハード磁気ディスク 111 に対して浮上する磁気ヘッド 121 は、前記トラックフォーマットで書かれたサーボ領域情報を絶えず読みながら、読み出したサーボ領域情報中の位置情報に基づいてヘッド位置決め制御されている。ヘッド位置決め制御には、磁気ヘッドを目的のトラックまで移動させるシークと、以後そのトラックをトレース（追従）するトラックフォロ잉がある。また、このようにサーボ領域情報を読みながら、データ領域に読み書きする制御を「フォーマットコントロール」といい、このようなフォーマットコントロールを実行する装置がフォーマットコントローラである。

【0022】

次に、このような構成からなる HDD 用の磁気ヘッドまたはハード磁気ディスクを試験（測定）する本発明の試験システムおよび試験方法について、添付図面を参照して説明する。スピンスタンドにおいて、高精度の磁気ヘッド移動機構には、X-Y 移動機構、ロック機構およびセンサ付きピエゾアクチュエーター微動機構の組み合わせが使用されているが、本発明はその構成を問わないので、スピンドル、ヘッド着脱機構、およびヘッド微動機構を備えた構成とし、その構成の一実施例を図 5 に示した。

【0023】

このスピンスタンド (Spinstand) 11 は、ハード磁気ディスク（ハード磁気ディスク媒体、プラッタ）111 と、ハード磁気ディスク 111 を回転させるためのエアベアリングスピンドルモータ 113 と、先端部に磁気ヘッド着脱機構 114 を備え、磁気ヘッド着脱機構 114 に装着された磁気ヘッド 121 を、X-

Y軸方向に移動させて半径方向所定位置まで移動させる、磁気ヘッド移動機構としてのアーム115と、このアーム115をピボット117を中心として回転させて磁気ヘッド121をハード磁気ディスク111の半径方向に移動させるアクチュエータ119を備えている。アクチュエータ119は、アーム115、すなわち磁気ヘッド121を、指定した半径方向位置へ移動させる機能あるいは指定ピッチで半径方向に移動させる機能を有する。

【0024】

本実施の形態では、コンピュータ、例えばパーソナルコンピュータ16によってこのアクチュエータ119を駆動し、磁気ヘッド121を所定ピッチで指定した半径方向位置に移動させる。また、現在主流となっているGMR (Giant Magneto-Resistive) ヘッドなどの磁気ヘッドは、独立したライトヘッドとリードヘッドを備えている。本実施の形態で試験する磁気ヘッド121も、詳細は図示しないが、独立したライトヘッドとリードヘッドを備えたGMRヘッドとする。

【0025】

FEE (Front-end Electronics) 12はプリアンプ12aと書き込みドライバ12bを有していて、磁気ヘッド121によりハード磁気ディスク111に読み書きするための電氣的インターフェースを構成する。

プリアンプ12aは、磁気ヘッド121 (リードヘッド) がハード磁気ディスク111から読み出して出力する微小信号を増幅し、増幅した読み出し信号をフォーマットコントローラ14とリード/ライトアナライザー (Read/Write Analyzer) 15へ供給する。書き込みドライバ12bは、リード/ライトアナライザー15から出力されたデータ信号を磁気ヘッド121 (ライトヘッド) によってハード磁気ディスク111に書き込むために、データ信号を増幅する増幅器である。FEE 12は、微小信号、高速信号を取り扱うために可及的に磁気ヘッドの近くに置く必要があるので、通常、スピNSTAND 11の内部に配置される。なお、磁気ヘッドとFEEとが一体化されているものもあるので、本実施の形態では、磁気ヘッドと一体形成されたFEEを利用する。

【0026】

サーボコントローラ13は、スピNSTAND 11上の磁気ヘッド121の位置

決め制御を行う。参照すべき位置決め情報は二つある。一つは、スピンスタンド 11 内のヘッド位置決め機構から出力される位置情報、つまり磁気ヘッド 121 の半径方向の相対的な位置情報であり、他の一つは、フォーマットコントローラ 14 経由の、ハード磁気ディスク 111 から読み出したデータ面埋め込み位置情報 (=PS:位置信号) である。

【0027】

フォーマットコントローラ 14 は、磁気ヘッド 121 が読み出した信号から位置情報を抽出してサーボコントローラ 13 に送り、さらにデータ領域のリード／ライトのためのタイミング信号をリード／ライトアナライザ 15 に送る。

1 セクタ内のデータを読み出すときのフォーマットコントローラ 14 内のタイミングチャートの一例を図 5 に示した。

【0028】

フォーマットコントローラ 14 はまた、磁気ヘッド 121 によってハード磁気ディスク 111 に書き込んだとき、および読み出したときの磁気ヘッド位置情報を記録し、記録した位置情報をパーソナルコンピュータ 16 に送る機能を持つ。

【0029】

リード／ライトアナライザ 15 は、パーソナルコンピュータ 16 の指令を受けて、FEE 12 および磁気ヘッド 121 を経由して、データをハード磁気ディスク 111 に書き込み、また、書き込んだデータをハード磁気ディスク 111 から読み出すなど、磁気ヘッド 121 の機能試験に必要な信号処理を行う。データの書き込み、読み出しは、フォーマットコントローラ 14 から出力されるタイミング信号に同期して動作する。

【0030】

パーソナルコンピュータ 16 は、試験作業員の操作を受けて、スピンスタンド 11、リード／ライトアナライザ 15、およびフォーマットコントローラ 14 を制御し、磁気ヘッド 121 の機能試験、ホスト・レポーティングあるいはサーボトラック（位置情報）書き込み等を実行する。

【0031】

本発明の実施の形態のフォーマットコントローラ 14 の詳細をブロックで図 2

に示す。図2において、読み出し信号 (Read Signal) 30は磁気ヘッド121から出力された読み出し信号をプリアンプ12aで増幅した信号であり、この増幅された読み出し信号は各検出ブロックに入力される。

【0032】

PS' 信号31は、PSジェネレータ24から出力され、サーボコントローラ13へ供給されるアナログあるいはデジタル位置情報である。

PS信号32は、PSメモリ26から読み出され、パーソナルコンピュータ16へ供給されるデジタル位置情報である。

リード／ライトタイミング信号33は、クロック・タイミングコントローラ27から出力され、リード／ライトアナライザ15に供給されるタイミング情報である。

【0033】

SSMサーチ回路21 (Search SSM) は、マーカ領域SSMの特有のデータパターンを検出し、検出したデータパターンをクロック・タイミングコントローラ27 (Clocking & Timing Controller) に供給する。

SID読み出し回路22 (Read SID) は、トラック／シリンダー番号領域SIDのデータを分離し、分離したトラック／シリンダー番号データをPSジェネレータ24 (PS Generator) に供給する。

バースト読み出し回路23 (Read Burst) は、読み出し信号30中のアナログ位置信号領域SBの信号から2相アナログ位置信号を生成してPSジェネレータ24に供給する。

PSジェネレータ24は、トラック／シリンダー番号領域SIDとアナログ位置信号領域SBの情報に基づいて、位置情報を生成する。

【0034】

PSメモリ (PS Memory) 26は、ディスク1回転分のアナログ位置信号を位置信号PSとして記録保存 (メモリ) し、保存した位置信号PSを、パーソナルコンピュータ16の指令によりパーソナルコンピュータ16にPS位置信号32として送出する。

【0035】

クロック・タイミングコントローラ (Clocking & Timing Controller) 27は、SSMサーチ回路21からのSSM検出タイミング信号および読み出し信号30に基づいて、フォーマットコントローラ14内部の制御タイミング信号 (System Timing) 28およびリード/ライトタイミング信号33 (Read/Write Timing) を生成する。

位置情報

【0036】

これらの各ブロックのうち、SSMサーチ回路21、SID読み出し回路22、バースト読み出し回路23、およびタイミング・クロックコントローラ27は、ハードウェア (電子回路) 制御される。PSジェネレータ24、およびPSメモリ26は、詳細は図示しないが、デジタル信号処理プロセッサ (DSP) などのマイクロプロセッサおよび所定のマイクロプログラムによってソフトウェア制御される。

【0037】

図3に示した基本的構成は従来のセクターサーボ技術による追従制御の場合と同様であるが、本発明は、フォーマットコントローラ14の機能と、全体の試験方法に特徴を有する。そのフォーマットコントローラ14の機能および全体の試験方法を以下説明する。

【0038】

フォーマットコントローラ14の機能は次の通りである。

- (3-1) 読み出し信号からセクタータイミングを抽出し、リード/ライトアナライザー15にリード/ライトのタイミング信号を供給する。
- (3-2) 読み出し信号からトラック位置情報を抽出し、サーボコントローラ13に供給する。
- (3-3) 磁気ヘッドの位置情報 (位置ずれ情報) を、ハード磁気ディスクから各セクタ毎に読み出して各セクタ毎にPS位置信号として記録し、パソコン16に転送し、また、読み出した位置情報と、そのセクタの位置情報をパソコン16から読み出して比較する。

【0039】

HDDにおいて高トラック密度（単位：TPI（Track per Inch））を実現するためには、狭トラック幅の磁気ヘッドを使わなければならない。一方、狭トラック幅で書かれたデータを読み出すためには、磁気ヘッドの高精度な位置決めが必要となる。近年の磁気ヘッドは、独立したリードヘッドとライトヘッドで構成されているので、磁気ヘッドの特性を測定する場合は通常、被測定磁気ヘッド自身を用いてデータを書き込み（セルフライティング）、その後その信号をその磁気ヘッドで読み出して解析する方法が採用されている。一般に、設計上の理由あるいは製造工程で発生する機械的、組み立て誤差によりリードヘッドとライトヘッドの位置ずれが発生している。

【0040】

本発明の実施形態は、この位置ずれ、および読み書き特性の精密測定に適した試験方法である。

そして本実施形態の磁気ヘッドの試験方法は、従来の機械精度のスピンスタンドを使用して、より高精度のトラックプロファイル試験などの測定、試験を可能にするものである。その特徴は、

- (a) PS ‘位置情報に基づく磁気ヘッド121のトラック追従制御（トラックフォロワーまたはトレース）は行わず、
 - (b) ハード磁気ディスク111上に磁気ヘッド121で書き込む時または読み出す時の各時点でのPS ‘位置情報と記憶したPS位置情報に基づいて、所定のPS’位置情報が得られた時だけ、書き込みまたは読み出し処理を実行すること、
- にある。

なお本発明は、磁気ヘッドのトラック追従制御をしながら、上記（b）の処理を実行することも可能である。

【0041】

以下、本発明のハード磁気ディスクまたは磁気ヘッドの試験方法について、図1、2に示した試験システムにより、図6に示したオーバーライト試験を実施した実施形態を参照して説明する。図6は、図4と同様に、円弧状のトラックを直線状に延ばし、磁気ヘッドのトレース軌跡を模式的に示した図である。なお、

セクタ番号 1～Nまでを図示してある。この実施の形態では、スピNSTAND 11を含め、全体の動作、処理をパーソナルコンピュータ 16によって制御する。

【0042】

試験を開始する際に、アクチュエータ 119を駆動して、アーム 115先端部に装着された磁気ヘッド 121を、ハード磁気ディスク 111に予めフォーマットされている所定のトラックまで移動させる。なお、ハード磁気ディスク 111は、予め所定回転するで定速回転状態にある。この状態で、磁気ヘッド 121によるハード磁気ディスク 111の少なくとも 1トラックへの信号の読み書き処理を実行する。

【0043】

「書き込み段階」

先ず、磁気ヘッド 121によりハード磁気ディスク 111のトラックの各セクタのデータ領域に所定の信号を書き込む処理を、各セクタ毎にデータ面埋め込み位置情報を読み出して読み出した位置情報およびそのセクタ情報を PSメモリ 26に記憶し、パーソナルコンピュータ 16に転送するとともに、そのセクタのデータ領域に書き込む書き込み段階を実行する(図 6(A))。この書き込み段階により所定の信号が書き込まれたハード磁気ディスク 111上の書き込み信号領域の輪郭を、符号 LFWを付して示した。

本実施形態のオーバーライト試験における所定の信号は、書き込み易くかつ消去し難い低周波信号とする。

【0044】

1本のトラック一周分の書き込みが終了したら次の第 1読み出し段階に進む。

【0045】

「第 1読み出し段階」

第 1読み出し段階では、磁気ヘッド 121により前記トラックの各セクタから前記データ面埋め込み位置情報およびセクタ情報を読み出して、前記読み出した位置情報と、そのセクタ情報に対応する、前記 PSメモリ 26に記憶した対応するセクタの位置情報とが一致またはその差が許容範囲内のときに、該セクタのデータ領域の信号を読み出して、そのセクタデータとして PSメモリ 26に記憶し

、パーソナルコンピュータ 16 に転送して記憶する処理を、磁気ディスク 111 が複数回、例えば数回または数十回回転する間繰り返す。これが第 1 読み出し段階である。

【0046】

つまり第 1 読み出し段階では、磁気ヘッド 111 が書き込み位置と一致したときのみ、そのセクタのデータ領域から信号を読み出し、記憶するのである。ここで記憶するセクタデータは、信号の強度に関するデータとする。

この各セクタデータの強度を解析することにより、磁気ヘッド 111 のライトヘッドとリードヘッドの特性を測定することもできる。

【0047】

この第 1 読み出し段階は、1トラックの全てのセクタのデータ領域のデータを読み出すまで繰り返す必要はなく、読み出し、記憶したセクタを、次の上書き段階（消去段階）で使用する。なお、図示実施例では、図示の全てのセクタについてデータを読み出せたものとする。

【0048】

「上書き段階」

上書き段階では、磁気ヘッド 121 により前記トラックの各セクタのデータ面埋め込み位置情報およびセクタ情報を読み出しながら、該読み出した位置情報と、そのセクタ情報に対応する前記記憶した位置情報とを比較し、これらが一致またはその差が許容範囲内のときにそのセクタのデータ領域に他の信号を書き込む処理を、ハード磁気ディスク 111 が複数回回転する間繰り返す。つまり、1回目では磁気ヘッド 121 の位置がずれていても、複数回転する間繰り返すことにより、磁気ヘッド 121 の位置が合致するセクタが増加する。図 6 (B) には、書き込み段階で書き込まれた輪郭 LFW の上に、この上書き段階で磁気ヘッド 121 が通過した軌跡（輪郭）を符号 HFW を付して示してある。

【0049】

図 6 (B) に示した実施例では、3 個のセクタナンバ 6、7、8 において磁気ヘッドの位置が第一の書き込み時の位置と一致し、上書きされていることを示している。

このように上書きされたセクタナンバ6～8のデータ領域から、次の第2読み出し段階で信号を読み出す。

【0050】

「第2読み出し段階」

第2読み出し段階では、磁気ヘッド121により前記トラックの上書きした各セクタのデータ面埋め込み位置情報およびセクタ情報を読み出しながら、該読み出した位置情報と、そのセクタ情報に対応する前記記憶した位置情報との差が許容範囲内のときに、そのセクタのデータ領域の信号を読み出す。読み出した信号は、パーソナルコンピュータ16に転送され、記憶される。この記憶した信号の強度に基づいて、上書き特性が分析される。

【0051】

このように本実施形態の試験方法は、磁気ヘッド121のトラック追従制御をせず、磁気ヘッドが所定の半径方向位置にあるときだけ読み書き処理を実行するので、ハード磁気ディスクの精度、磁気ヘッドの追従精度を超えた高精度の測定試験が可能になる。

【0052】

この実施形態では、磁気ヘッド121により書き込み、読み出したときの位置情報PSを記憶し、書き込み処理の時の位置と一致または許容範囲内のときにその後の読み下記処理を実行したが、他の実施形態では、書き込み、読み出しするときの位置情報を予め設定しておいて、設定した位置情報が得られたセクタのみ書き込み、読み出しする。この他の構成によれば、読み書きの際に位置情報PSを記憶しなくてもよい。この場合、前記書き込み段階では、ハード磁気ディスク111が複数回回転する間、書き込み処理を繰り返すことにより、多数のセクタについて書き込みが可能になる。さらに、ハード磁気ディスク111が1回転または複数回回転する毎に、磁気ヘッド121を半径方向に所定ステップ単位で移動させると、より多数のセクタについて書き込むことが可能になる。

【0053】

次に、本発明の試験方法を利用して、サイドイレースまたはマイクロトラックプロファイルとよばれる、より幅狭のトラック形成をすることができる。その一

例を、図7を参照して説明する。

まず、オーバーライト試験で実施した書き込み処理等により、1トラックに書き込み処理を実行する。つまり、磁気ヘッド121を所定半径位置まで移動させて、磁気ヘッド121により読み出した位置情報を記憶しながらそのセクタのデータトラックに書き込み処理を実行するか、読み出した位置情報が基準値または所定範囲内であったセクタの、そのセクタのデータ領域に書き込み処理を実行する。このデータトラックの輪郭を、図7の(A)に符号LFWを付して示した。この図は、データトラックを直線上に延ばして図の上下方向に配置したもので、図の左側が外周、右側が内周に相当する。

【0054】

次に、このデータトラックに書き込んだときの書き込み位置を基準位置として、基準位置よりも外周（図では左側）の複数位置、および内周（図では右側）の複数位置を設定して、各位置に磁気ヘッド121を移動し、読み出した位置情報が所定値または所定範囲内であったセクタについてのみ、そのセクタのデータ領域を消去する、サイドイレース処理を実行する。

【0055】

図示実施例では、まず、図にける最外周位置（a）において読み出した位置情報が所定値または所定範囲内であったセクタのみ、そのセクタのデータ領域に対して消去処理を実行する。その後、この最外周位置（a）よりも内周側の位置を設定してこの位置（b）に磁気ヘッド121を移動し、この位置（b）において読み出した位置情報が所定値または所定範囲内であったセクタのみ、そのセクタのデータ領域に対して消去処理を実行する。

【0056】

次に、磁気ヘッド121を図の最内周位置（c）に移動させて、その位置で読み出した位置情報が所定値または所定範囲内であったセクタのみ、そのセクタのデータ領域に対して消去処理を実行し、さらにこの最内周位置（c）よりも外周側の位置（d）を設定してその位置に磁気ヘッド121を移動し、この位置において読み出した位置情報が所定値または所定範囲内であったセクタのみ、そのデータ領域に対して消去処理を実行する。このように消去処理を繰り返すことによ

り、幅狭のマイクロトラック輪郭 LFW_0 が形成される。

図示実施例では、トラック輪郭 LFW の外周および内周をそれぞれ、2 段階に消去しているが、その段数、各段における移動幅は実施例に限定されない。

【0057】

このサイドイレース処理により、トラックの外周側および内周側が消去され、幅狭のトラックを正確に形成できる。図7 (B) には、このサイドイレース処理によって形成されたマイクロトラック輪郭 LFW_0 のマイクロトラックプロファイルを示していて、横軸は半径方向、縦軸は出力を示している。また、破線は、トラック輪郭 LFW のトラックプロファイルを示している。

【0058】

また、本発明の試験方法は、オーバーライト試験、トラックプロファイル試験や、狭小トラックの形成に使用できる。各試験においても、前記書き込み段階、第1読み出し段階、上書き段階、第2読み出し段階のいずれかと、さらに磁気ヘッドを半径方向に所定ピッチで移動する段階とを組み合わせることで容易に実現できる。

【0059】

以上の実施の形態の説明では、1 個の磁気ヘッドについての試験として説明したが、複数の磁気ヘッドが装着されるヘッドスタックアセンブリにも適用できる。この場合は複数のハード磁気ディスクを備え、各ハード磁気ディスクのデータ記録面および磁気ヘッド毎に以上の試験方法を実施する。また、図示実施形態では磁気ヘッド 121 の試験としたが、磁気ヘッドを基準磁気ヘッドに代えて、ハード磁気ディスクの試験に適用することも可能である。

【0060】

【発明の効果】

以上の説明から明らかな通り本発明のハード磁気ディスクまたは磁気ヘッドの試験方法は、磁気ヘッドによってハード磁気ディスクから読み出した位置情報が所定値または許容範囲内であったときに、前記セクタのデータ領域に所定の信号を書き込みまたは前記セクタのデータ領域から信号を読み出すので、磁気ヘッドの追従精度またはハード磁気ディスクの機械的、物理的精度以上の読み書きが可

能になり、試験装置の精度を超えた高精度の測定試験が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明のハード磁気ディスクドライブ用の磁気ヘッド試験方法を適用する試験システムの実施の形態の概要をブロックで示す図である。

【図 2】 同試験システムのフォーマットコントローラの主要構成の一実施例をブロックで示す図である。

【図 3】 同試験システムのスピNSTANDの実施形態の概要を示す図である。

【図 4】 同ハード磁気ディスクのフォーマットの一例を示す図である。

【図 5】 同ハード磁気ディスクのセクタを読み出すタイミングチャートを示す図である。

【図 6】 本実施形態の試験方法による読み書き状態を、円弧状のトラックを直線状に延ばし、磁気ヘッドのトレース軌跡として模式的に示した図であり、(A)は書き込み時の軌跡を、(B)は読み出し時または上書き時の軌跡を示している。

【図 7】 本実施形態の試験方法によるサイドイレース処理を説明する図であって、(A)はトラックの輪郭を示し、(B)はマイクロトラックプロファイルを示している。

【符号の説明】

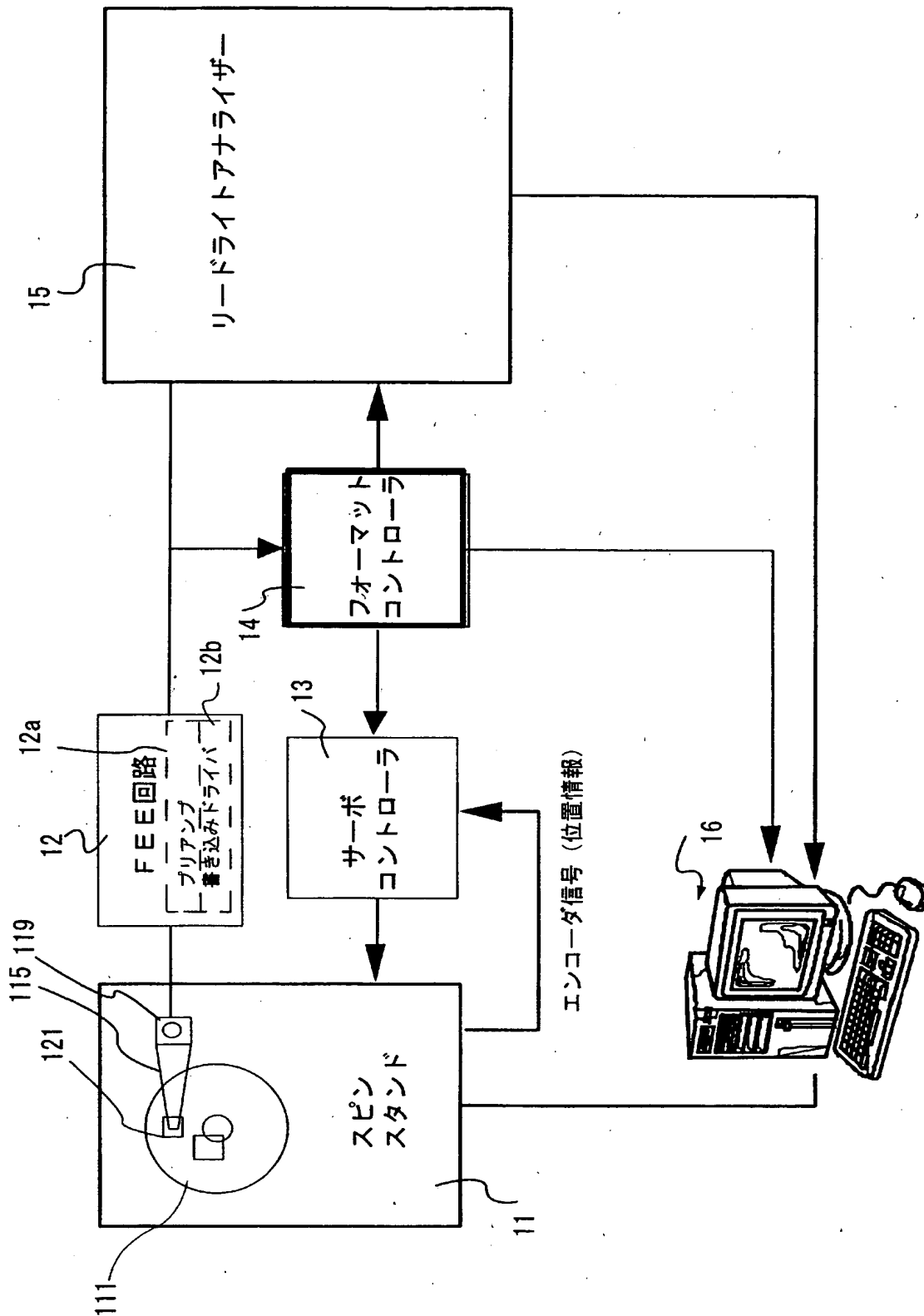
- 11 スピNSTAND
- 12 FEE
- 12a プリアンプ
- 12b 書き込みドライバ
- 13 サーボコントローラ
- 14 フォーマットコントローラ
- 15 リード／ライトアナライザ
- 16 パーソナルコンピュータ
- 21 SSMサーチ回路
- 22 SIDリード回路

- 2 4 P S ジェネレータ
- 2 6 P S メモリ
- 2 7 クロック・タイミングコントローラ
- 1 1 1 ハード磁気ディスク
- 1 1 5 アーム
- 1 1 9 アクチュエータ
- 1 2 1 被測定磁気ヘッド（磁気ヘッド）

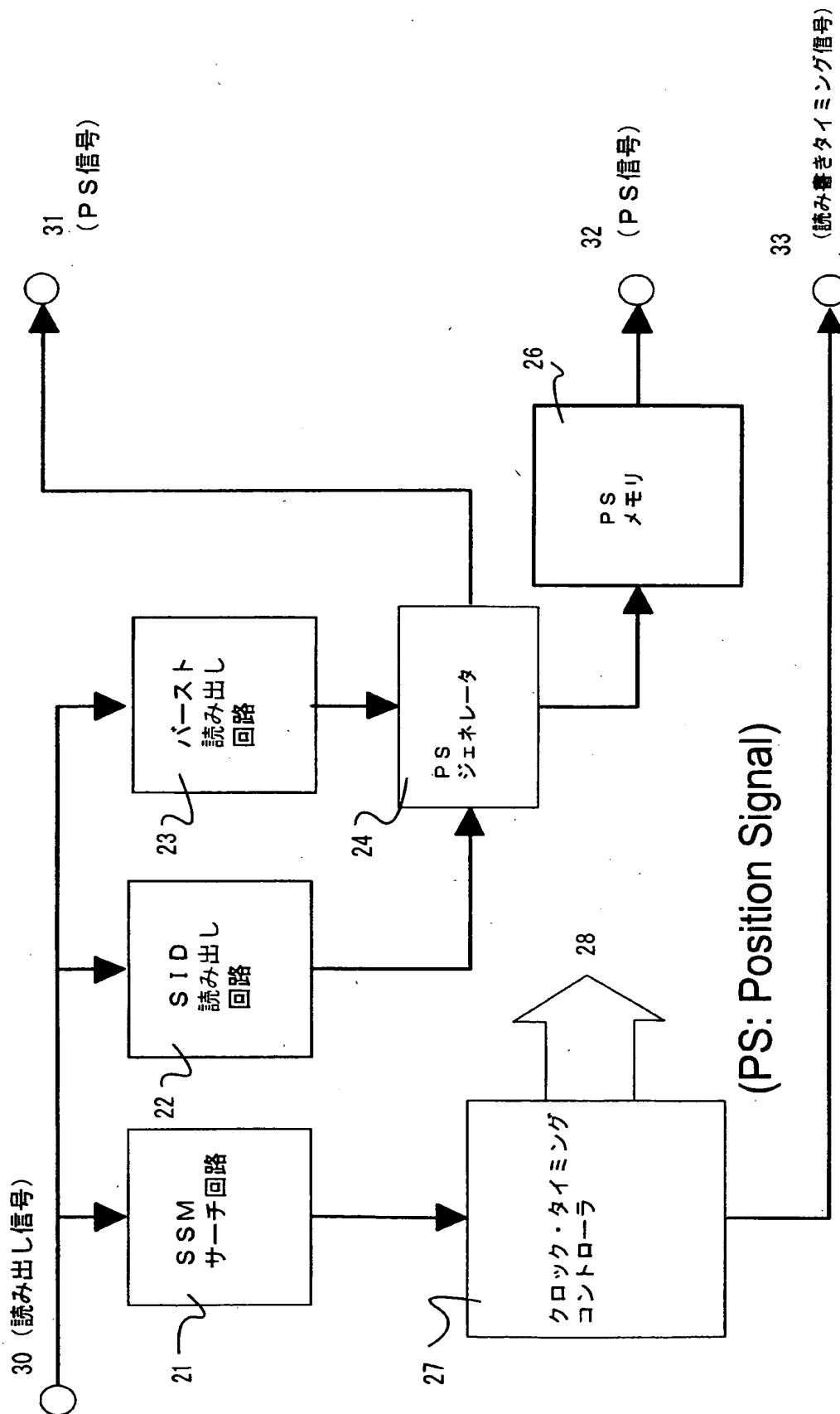
【書類名】

図面

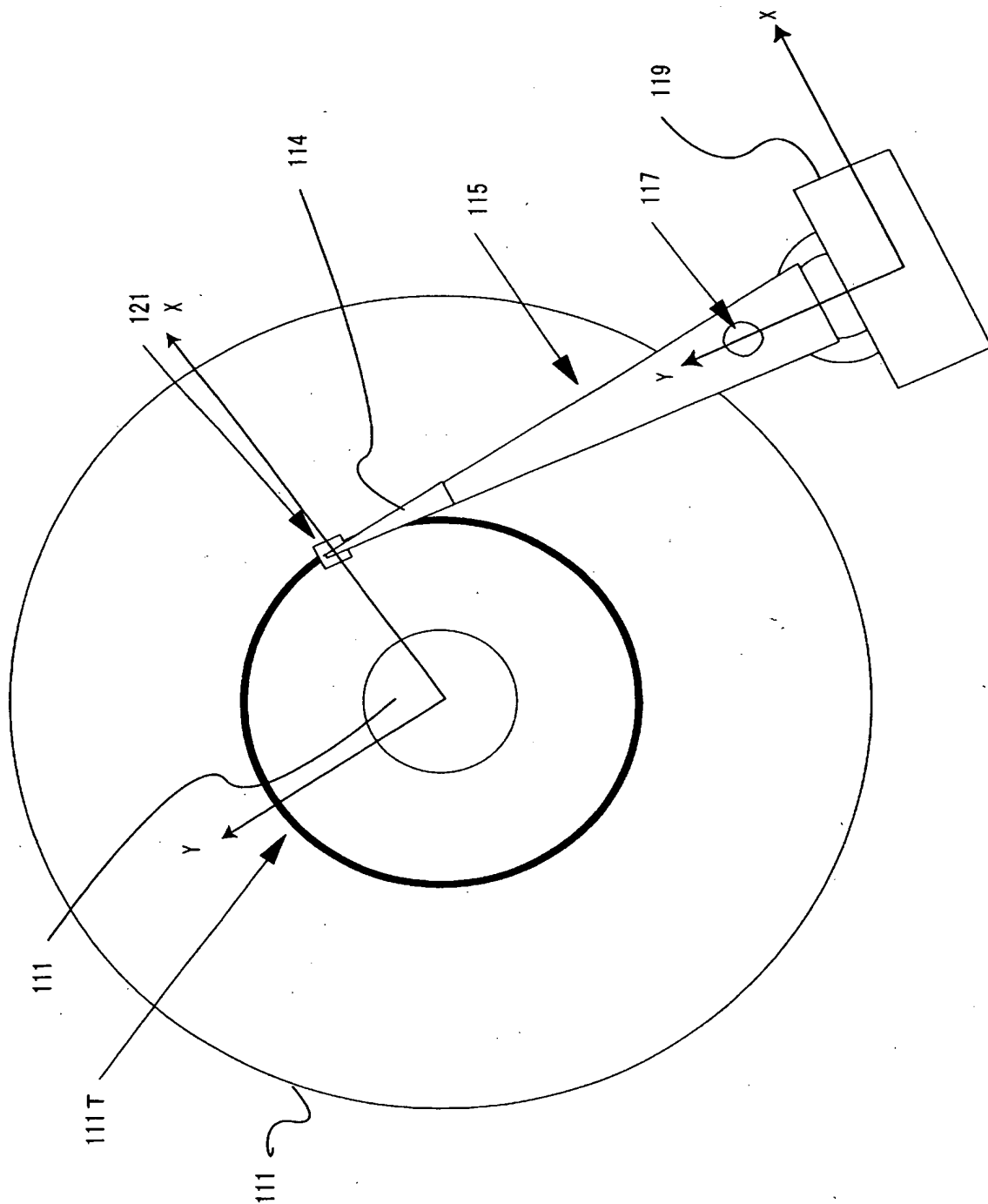
【図 1】



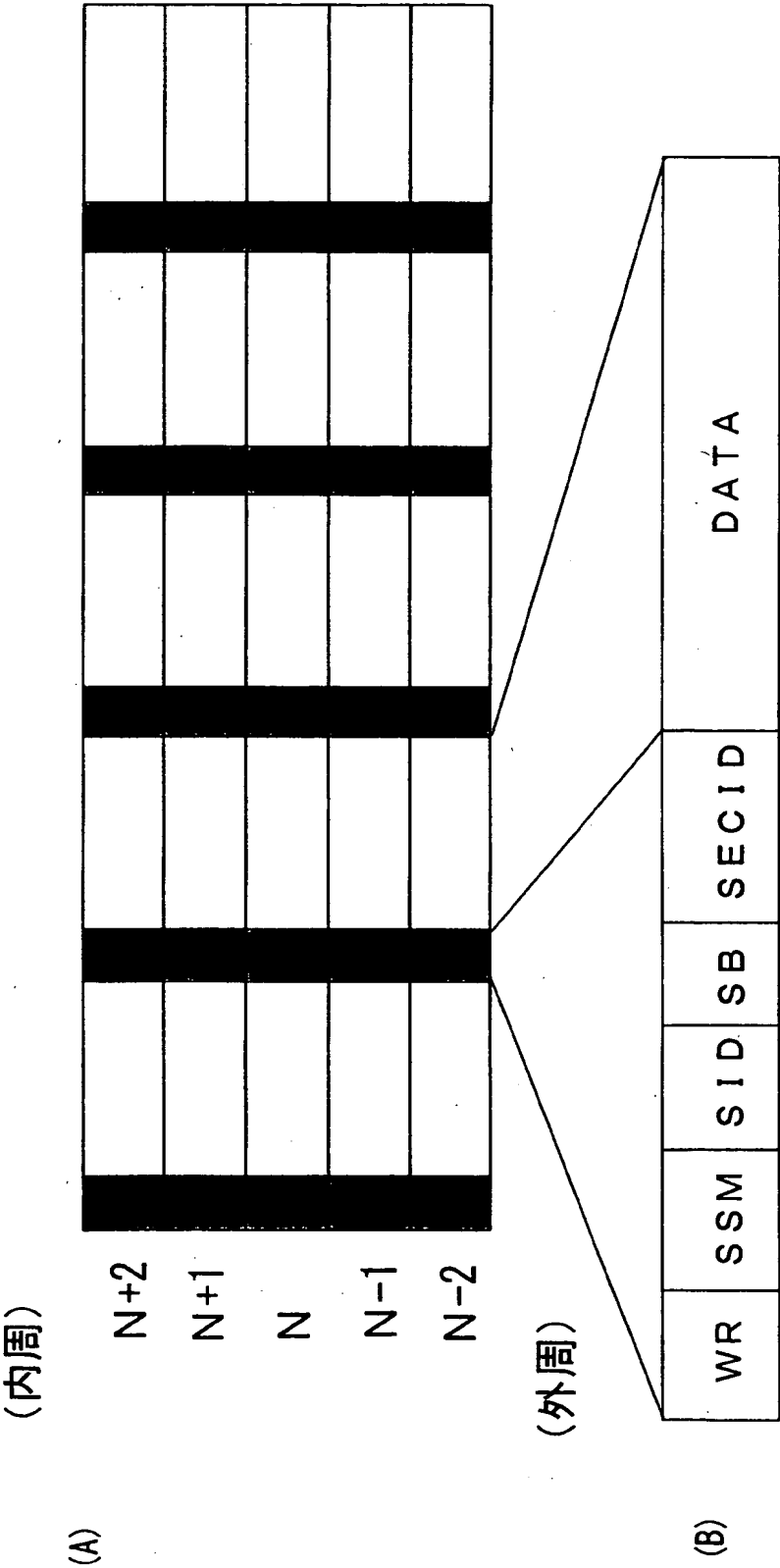
【図 2】



【図 3】



【図 4】

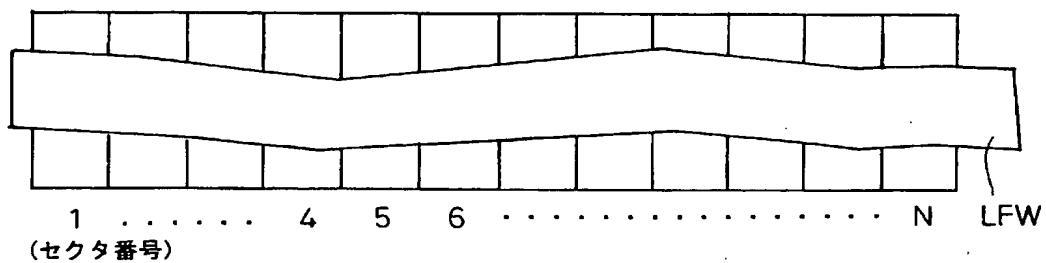


【図 5】

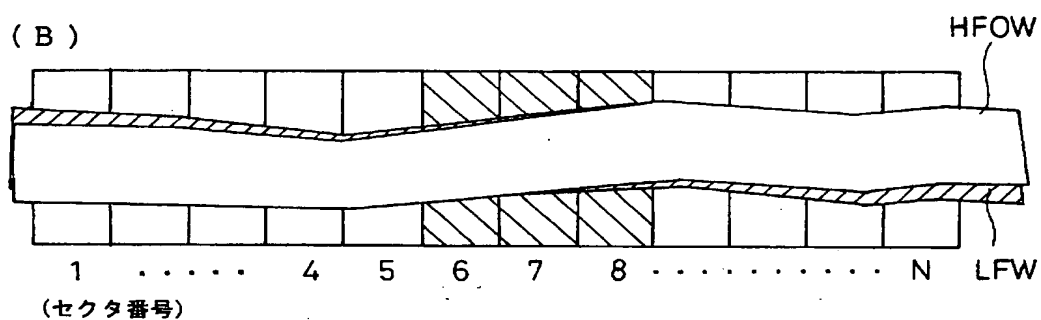
1	読み出し信号	WR	SSM	SID	A	B	C	D	SECID	データ領域
2	Search SSM									
3	SSM Detected									
4	SSM Clocking									
5	Read SID									
6	Burst-A- Time									
7	Burst-B- Time									
8	Burst-C- Time									
9	Burst-D- Time									
10	Generate PS									
	PS:Position Signal									
11	Swing PS									
12	Read SECID									
13	Process DATA (Read or Write)									

【図 6】

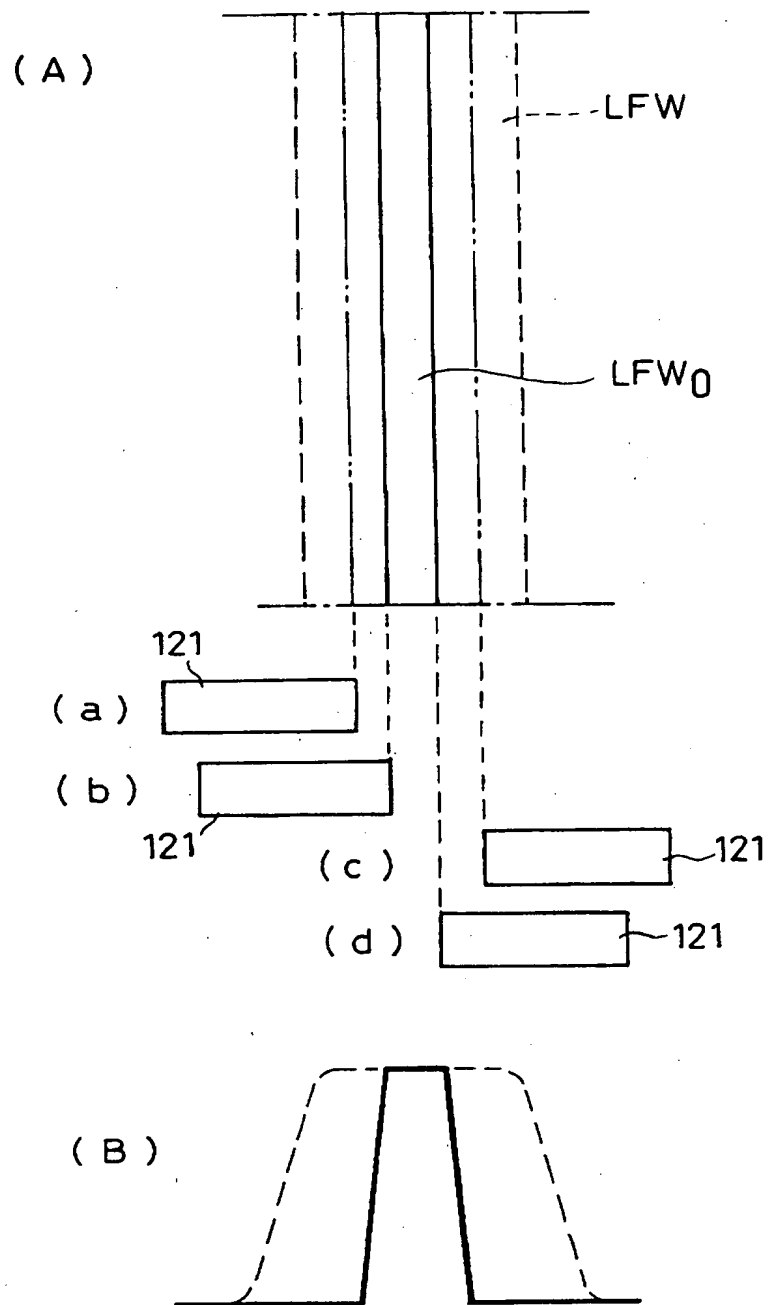
(A)



(B)



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 機械的な精度を上げなくても精度が上がる、ハード磁気ディスクまたは磁気ヘッドの試験が可能な試験方法を提供する。

【構成】 所定回転速度で定速回転するハード磁気ディスクと、磁気ヘッドを保持し、該保持した磁気ヘッドを前記ハード磁気ディスクに対して近接浮上した状態で半径方向所定位置に移動させる磁気ヘッド移動機構と、前記磁気ヘッド移動機構を駆動し、前記磁気ヘッドを前記位置情報に対応する半径方向の所定位置に移動させる移動制御手段と、を備えた試験システムにおいて、前記ハード磁気ディスクに予めフォーマットされた、トラックの各セクタ毎に付与されたデータ面埋め込み位置情報を読み出し、該位置情報が所定値または所定範囲内であったときに、前記セクタのデータ領域に所定の信号を書き込みまたは前記セクタのデータ領域から信号を読み出す。

【選択図】 図 6

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-267980
受付番号	50201376106
書類名	特許願
担当官	塩野 実 2151
作成日	平成14年 9月20日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 9月13日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 6 7 9 8 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 9 3 1 9 1 3 5 0]

1. 変更年月日

1 9 9 3 年 1 0 月 1 5 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県藤沢市桐原町 3 番地

氏 名

株式会社アイメス